

CARACTERIZACIÓN TECNOLÓGICA DE LAS INVENCIONES DEL ARCHIVO HISTÓRICO DE LA OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS RELACIONADAS CON LA FASE EXTRACTIVA DEL MINERAL: PATENTES DE INVENCIÓN (1878-1966)

José Ignacio Rojas-Sola¹, Patricio Lupiáñez-Cruz¹ y María del Pilar Carranza-Cañadas²

¹ Universidad de Jaén. Departamento de Ingeniería Gráfica, Diseño y Proyectos. Campus de las Lagunillas, s/n. 23071 Jaén. jirojas@ujaen.es; pcruz@ujaen.es

² Universidad de Córdoba. Departamento de Ingeniería Gráfica y Geomática. Campus de Rabanales, s/n. 14071 Córdoba. carranza@uco.es

RESUMEN

En este artículo se presenta un estudio de las patentes de invención (1878-1966) presentes en el Archivo Histórico de la Oficina Española de Patentes y Marcas del Ministerio de Industria, Energía y Turismo del Gobierno de España relacionadas con la fase extractiva del mineral, en concreto con la extracción de sólidos y la desecación de las minas. En particular, se analizan los principios de funcionamiento así como las principales aportaciones de dichas patentes de invención para hacer un recorrido histórico de finales del siglo XIX y mediados del XX. Esta original e inédita investigación se enmarca en el seno de un proyecto de investigación fundamental no orientada concedido por el Ministerio de Economía y Competitividad a la Universidad de Jaén, y cubre un objetivo fundamental del mismo, relativo al estado del arte sobre las invenciones españolas relacionadas con la fase extractiva del mineral.

PALABRAS CLAVE: Patrimonio minero, patentes de invención, archivo histórico, Oficina Española de Patentes y Marcas.

ABSTRACT

In this paper main patents (1878-1966) registered at the Historical Archive of the Spanish Patent and Trademark Office of the Ministry of Industry, Energy and Tourism of the Government of Spain relating to mineral extraction phase are presented, specifically with solids removal and dewatering of mines. Particularly, the principles of operation and the main contributions of these patents are analyzed for a historical overview of the late nineteenth and mid twentieth centuries. This original and unpublished research is within a project of fundamental research granted by the Ministry of Economy and Competitiveness at the University of Jaen, and covers a fundamental objective about the state of the art on Spanish inventions related to mineral extraction phase.

KEY WORDS: Mining heritage, patents, historical archive, Spanish Patent and Trademark Office.

Recibido: 5 de marzo, 2014 • Aceptado: 16 de abril, 2014

INTRODUCCIÓN

El presente artículo es continuación de otro referido a los privilegios de invención presentes en el citado Archivo Histórico en el período (1826-1878), manteniendo la misma introducción para que el lector se sitúe en el entorno de la investigación realizada (Rojas-Sola *et al.*, 2014).

El Patrimonio Histórico Industrial Minero (PHIM) es una tipología del patrimonio industrial ampliamente estudiada desde diversos puntos de vista (cultural, etnológico, arquitectónico o de ingeniería, entre otros), lo que viene a subrayar su importancia como elemento vertebrador de la cultura minera, y además porque la historia de las minas es, en parte, la historia de la evolución tecnológica y el progreso de los seres humanos en

el conjunto de la sociedad, por lo que la importancia de su protección y defensa es reconocida (Cañizares Ruiz, 2011).

Por otro lado, el impacto sobre el turismo cultural de dicho patrimonio minero industrial ha quedado claramente manifiesto (Puche Riart *et al.*, 2011), lo que ahonda todavía más en la necesidad de completar estudios que proporcionen valor añadido sobre los contenidos de museos y centros de interpretación, o que mejoren la información de diversas rutas turísticas propuestas para potenciar el desarrollo socio-económico de las comarcas mineras que alojan los restos de dicho patrimonio histórico.

Sin embargo, la caracterización tecnológica de los privilegios y patentes de invención presentes en el Archivo Histórico de la Oficina Española de Patentes y Marcas (OEPM) (1826-1966), relacionados con las invenciones realizadas en España referentes a dicho PHIM ligado a la actividad extractiva, no se ha realizado hasta la fecha.

Este objetivo, es además una de las fases más importantes del Proyecto de Investigación en el que se enmarca este trabajo, concedido en el seno del Plan Nacional de I+D+i (2008-2011), titulado “*El patrimonio histórico industrial minero: un estudio integral para su puesta en valor y difusión desde la ingeniería gráfica*” (HAR2012-30723), y cuyo investigador principal es el Catedrático Prof. José Ignacio Rojas Sola del área de Expresión Gráfica en la Ingeniería de la Universidad de Jaén.

Algunos trabajos relacionados con otros objetivos del citado proyecto ya han sido publicados y versan sobre aspectos de ingeniería gráfica y estudios tecnológicos de elementos notables ligados a actividades relacionadas con la fase extractiva del mineral, encontrados como restos patrimoniales de la actividad minera en el antiguo distrito de Linares-La Carolina (Jaén) (Rojas-Sola *et al.*, 2013a; Rojas-Sola *et al.*, 2013b), y alcanzando dicho distrito con sus minas de plomo, un notable reconocimiento por la incorporación de tecnología inglesa que produjo buenos resultados (Vernon, 2009).

MATERIAL Y MÉTODOS

La investigación reflejada en este artículo se ha basado en la información proporcionada por el Archivo Histórico de la Oficina Española de Patentes y Marcas del Ministerio de Industria, Energía y Turismo del Gobierno de España.

A través de diversas consultas a la base de datos presente en el sitio web oficial (<http://historico.oepm.es/archivohistoricow3c/index.asp>), ha sido posible obtener relevante información acerca de las patentes de invención durante el período (1878-1966) que obran en poder de dicho Archivo Histórico.

Las bases de datos utilizadas en este artículo ha sido dos: la de Patentes de Invención (1878-1940) dirigida por los Profesores José Patricio Sáiz González, Francisco Cayón García y Francisco Llorens de la Universidad Autónoma de Madrid que consta de 148.155 registros y

que abarca el período del 1 de agosto de 1878 al 15 de febrero de 1940 (Sáiz-González, 1999), y por la de Patentes de Invención (1930-1966) dirigida por el Profesor Antonio Hidalgo de la Universidad Politécnica de Madrid, que consta de 187.517 registros y que abarca el período del 1 de enero de 1930 al 31 de diciembre de 1966.

Dicha información se presenta en forma de tabla con diversos campos para cada registro como el número del expediente, el título, el tipo de invención, la duración en años, la fecha de solicitud, el solicitante, el código según la clasificación internacional de patentes, y los documentos de que consta dicho expediente.

La búsqueda se ha realizado con los términos “malacate”, “cabria”, “castillete”, “cabestrante”, “mina”, “Cornish” y “pozo” en el campo título, así como por los códigos B66 y E21C según la clasificación internacional de patentes, resultando 52 expedientes que convenientemente refinados para dejar únicamente los relacionados con la fase extractiva del mineral en lo relativo a la extracción de sólidos y desecación de las minas (se han eliminado las invenciones relacionadas con la perforación del terreno de la mina, con los sistemas de apuntalamiento de las galerías y los sistemas de transporte del mineral en exteriores), han resultado ser 8 patentes de invención.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La tabla 1 muestra la información relacionada con las 8 patentes de invención obtenidas. En ella, aparece el número de expediente, el título, el solicitante y la fecha de solicitud. En la mayoría de los casos, se trata de patentes de 5 a 15 años de vigencia, y todos pertenecen a tres subclases en la Clasificación Internacional de Patentes: B66 (elevación; levantamiento, remolcado); B66D (Cabrestantes; cabrias; aparejos, p.e. polipastos; trócolas); E21 (Perforación del suelo; explotación minera); E21C (Explotación de minas o canteras), y F04 (Máquinas de líquidos de desplazamiento positivo; Bombas para líquidos o para fluidos compresibles).

Expediente 1291

El aparato que se describe funciona como un balancín, movido en la parte superior del pozo, y presenta dos extremidades de las que penden dos tirantes que llegan a la parte inferior (Fig. 1).

La extracción del mineral o del agua se hace en cajas rectangulares que bajan vacías apiladas por un montante y suben cargadas igualmente apiladas por otro, siendo el movimiento del balancín el que permite la sucesión de una caja con otra para que suban y bajen.

Para conseguir la elevación de las cajas, éstas se colocan sobre un carruaje abierto, de forma que cuando el balancín asciende, eleva la caja entre las guías del carruaje donde descansa, hasta que otra oscilación del balancín eleve otra caja que empuja a la anterior a una posición superior, formando así una hilera de cajas que van en sentido ascendente. Así pues, cuando esta hilera

Nº	Título	Solicitante	Fecha
1291	Un aparato para la extracción continua de agua y minerales	Palomo Cáceres, Juan Antonio	02-12-1880
3244	Una bomba para subir agua de los pozos o minas	Gybbon-Spilsbury, Albert	17-04-1883
8416	Mejoras en aparatos para igualar el esfuerzo de los aparejos de cabria, tales como los que se emplean en pozos de minas y en elevadores de almacén	Lansell, George	25-06-1888
11012	Elevador hidráulico con destino al desagüe y agotamiento de minas y otras aplicaciones generales hidráulicas	Rosa Mesa, Antonio Federico de la	07-07-1890
21179	Un motor a presión hidráulica para desagües de minas	Ruiz de los Santos, Eduardo	20-07-1897
23344	Un aparato destinado a la industria para la extracción de minerales en las minas que su autor denomina "Rueda Motora"	Adam Campos, José María	09-11-1898
160204	Un procedimiento para la desecación de pozos mineros, galerías o túneles, sin desagüe previo ni sondeos	Orviz García-Argüelles, Braulio	03-02-1943
199580	Cabria o pluma giratoria perfeccionada	Manrique Cubillo, Julián	09-10-1951

Tabla 1. Patentes de Invención (1878-1966) del Archivo Histórico de la Oficina Española de Patentes y Marcas.

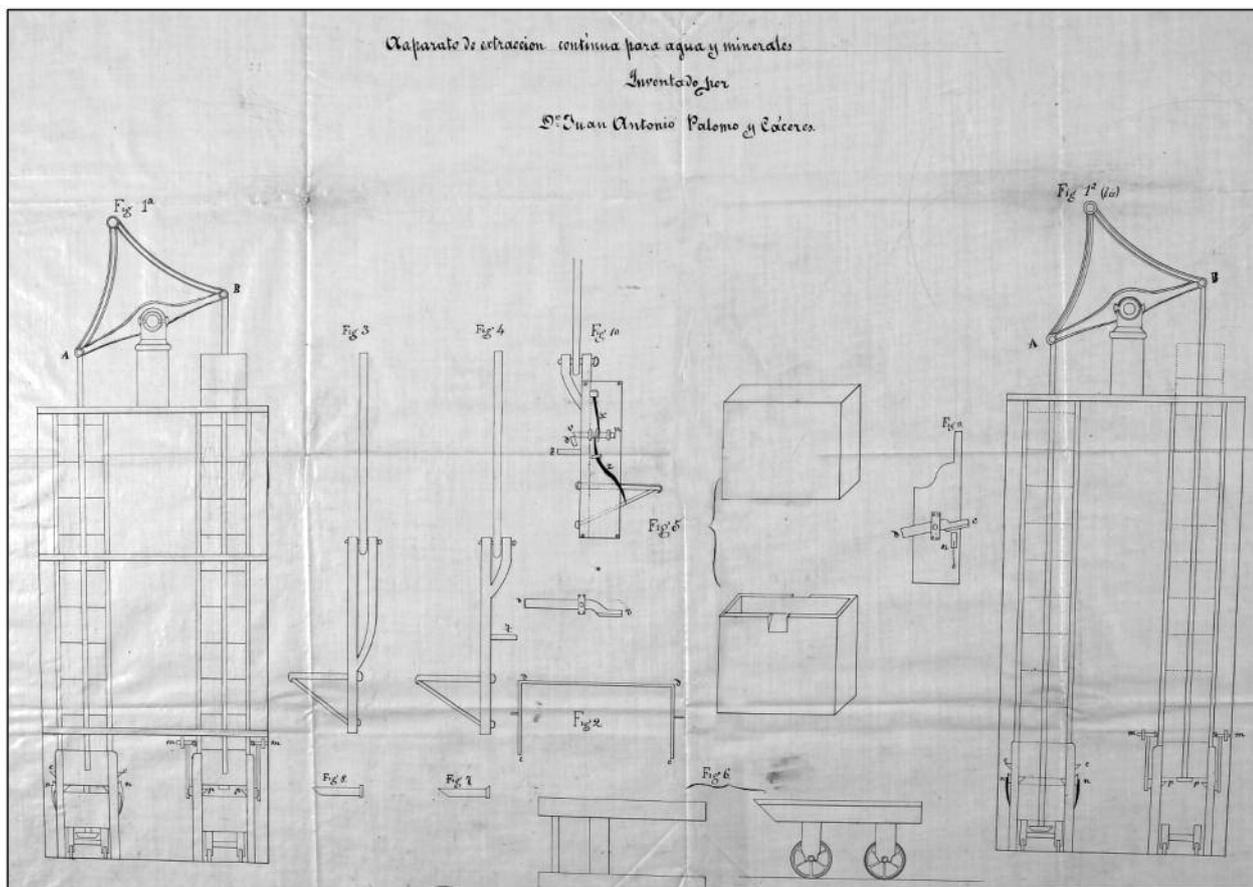


Figura 1. Ministerio de Industria, Energía y Turismo. Oficina Española de Patentes y Marcas. Archivo Histórico. Expediente nº 1291.

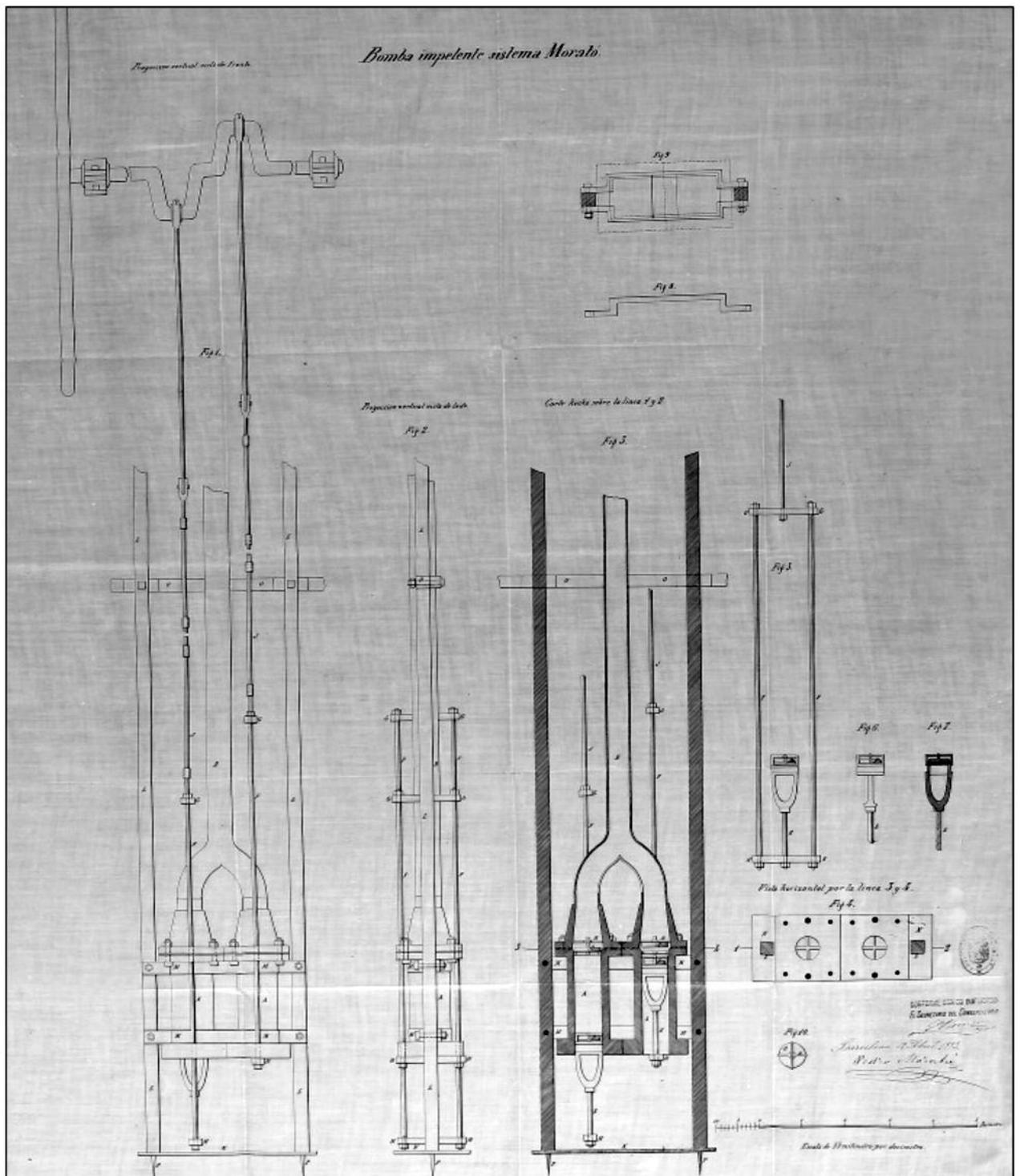


Figura 2. Ministerio de Industria, Energía y Turismo. Oficina Española de Patentes y Marcas. Archivo Histórico. Expediente nº 3244.

sea lo suficientemente grande, llegará a la boca del pozo donde podrá ser descargada.

El descenso de las cajas vacías se hace en el otro tirante aprovechando de igual forma que en el de subida, el movimiento oscilatorio del balancín.

La principal ventaja es la optimización del tiempo ya que es un mecanismo de extracción continua en el que los tiempos muertos son prácticamente nulos.

Expediente 3244

Esta invención supone la bomba sujeta en el fondo del pozo e inmersa en el agua a evacuar (Fig. 2). Cons-

ta de un cuerpo cilíndrico por donde desliza un pistón en posición vertical, al cual se le imprime el movimiento en su parte inferior por medio de una traviesa, que en sus extremos se encuentra unida a dos ejes verticales formando un paralelogramo que envuelve transversalmente a la bomba y al pistón. Ambos ejes se vuelven a unir en su parte superior por medio de otra traviesa, y es aquí donde se transmite el movimiento primario procedente de un cigüeñal, que hace que el pistón ascienda y descienda alternativamente.

Cuando el pistón desciende el cuerpo cilíndrico de la bomba se llena de agua, y cuando éste asciende impulsa el agua hacia el conducto de ascensión.

El conducto de admisión tiene en su parte inferior una válvula que sujeta el agua e impide que vuelva a descender, siendo en todo momento necesario para que la bomba funcione que su cuerpo se encuentre sumergido completamente en agua.

El cilindro donde desliza el pistón será cuadrado en su parte exterior, para favorecer así su posición en el fondo de la mina.

Las principales aportaciones de esta patente de invención son la eliminación del rozamiento entre la barra del pistón y una prensa que impedía la salida del agua, evitando la pérdida de fuerza de las bombas antiguas, y que mejora frente a las bombas de aspiración puesto que no se necesita tanta fuerza ya que éstas se encuentran sumergidas en el agua que tienen que evacuar.

Expediente 8416

Se trata de un sistema diseñado para igualar el esfuerzo en los aparejos de cabria (Fig. 3). Se considera un sistema de dos pozos cada uno con su cabria, cuyas cuerdas se enrollan en dos tambores que se encuentran montados sobre el mismo eje de forma que, cuando una

cuerda se desenrolla bajando la carga, la otra se enrolla en su tambor subiendo la carga. El sistema que se utiliza para igualar el esfuerzo consiste en disponer en el eje en el que están montados los dos tambores, un tercer tambor en el cual se enrolla una cuerda unida a una cadena de peso creciente conforme se aleja del tambor, y que está suspendida en un pozo ciego o similar. De este modo la cadena actúa de contrapeso, pudiendo adoptar 3 posiciones:

- Quando la carga de uno de los pozos A, se encuentra en el fondo, estando la carga del pozo B en su más alta posición, la cadena se encuentra suspendida completamente en el pozo ciego, funcionando de contrapeso.
- Quando la carga del pozo A, que estaba en el fondo sube hasta la mitad de éste, bajando la del pozo B hasta la misma posición, la cadena se desenrolla del tambor, y cae en un receptáculo construido para tal fin. En este punto, las cargas se equilibran solas, no siendo necesario que la cadena actúe de contrapeso.
- Quando la carga del pozo A sigue subiendo y la del pozo B bajando, por un lado, la cadena comienza a enrollarse en sentido contrario en el tambor, y por

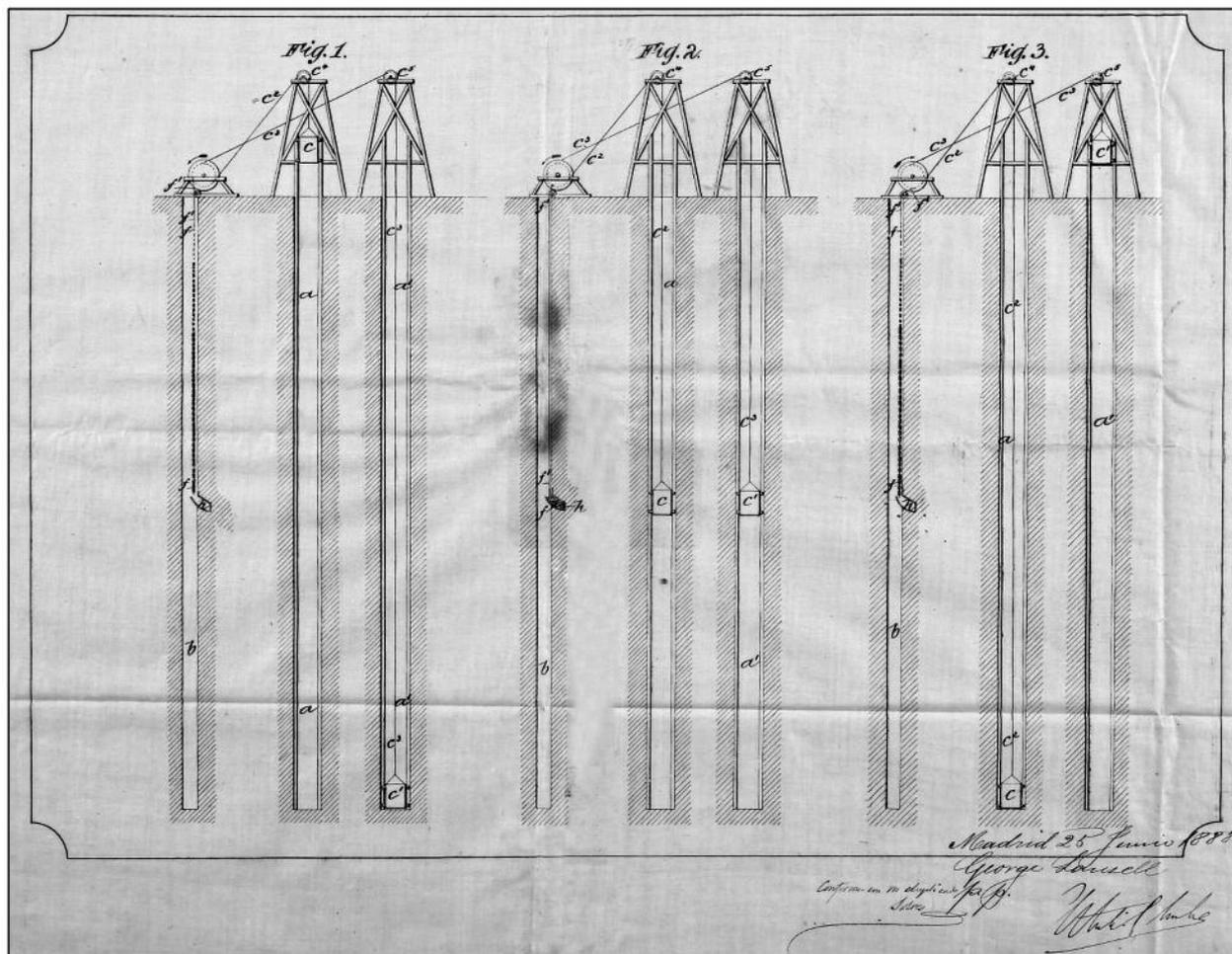


Figura 3. Ministerio de Industria, Energía y Turismo. Oficina Española de Patentes y Marcas. Archivo Histórico. Expediente nº 8416.

serie de depósitos que se encuentran en posición descendente, unidos mediante tuberías por las que discurre el agua y mediante tubos que transmiten el aire.

De este modo, cuando en el cilindro se produce la presión en una cámara y la depresión en otra, al producirse dicha depresión, ésta es transmitida a las cámaras sucesivas que conectan con ella y al llegar a la última que está en contacto con el agua, la succiona, llenándose parcialmente de agua. Asimismo, el depósito gracias a una válvula cónica y unida a un flotador que hay en su parte inferior, queda lleno de agua sin vaciarse, de forma que con los sucesivos movimientos alternativos del cilindro, se irá succionando agua que irá ascendiendo por los depósitos en tramos de 10,33 m hasta ser desaguada.

Con la disposición de varios depósitos de forma sucesiva, se pueden salvar grandes alturas, mientras que la válvula de flotador impide la salida del agua en los depósitos. Así pues, la principal aportación consiste en el desagüe de minas a grandes profundidades.

Expediente 21179

El sistema sustituye el cilindro usado hasta la fecha, y está puesto en movimiento por acción del vapor a través de un pistón que recibe la presión de los vasos hidráulicos (Fig. 5). Estos se pueden graduar para poder impulsar el citado pistón, poniendo en movimiento las bombas de desagüe que van enganchadas a un tirante, y éste a su vez, a dos barrotes de hierro paralelos que se enganchan en la cabeza del pistón.

Estos pistones hidráulicos están preparados para contener una cantidad de agua 20 veces superior que la que cabe en el pistón que recibe el movimiento.

Para cargar los pistones se prepara un depósito de 40 a 50 m³ de agua con varias tuberías o columnas y a una altura que no descienda de 10 m, uniéndose éstas con los pistones hidráulicos por medio de unas válvulas. El balancín de equilibrio lleva enganchadas una serie de bombas pequeñas que inyectan en los pistones, y ayudados por la presión del agua del depósito se elevan.

Uno de los principales elementos de las máquinas de desagüe es el aparato llamado "Catarata" que se compone de un cuerpo de bomba colocado en un depósito de agua o aceite con un vástago o brazo fijo, y éste a un eje horizontal que tiene por un lado un contrapeso y por otro una palanca.

El cuerpo de la bomba lleva en su parte inferior un tubo para la entrada del agua o aceite con una válvula que abre desde fuera hacia dentro, siendo el dispositivo encargado de realizar la absorción del agua.

La principal aportación es la supresión de la utilización de las máquinas de vapor y aire comprimido, eliminando el consumo de combustible y su alto costo, pasando a utilizar un sistema hidráulico de presión.

Expediente 23344

El aparato tiene una plataforma compuesta por 4 maderos formando un rectángulo, en cuyas uniones en las esquinas se coloca una plantilla de hierro sujetada por tornillos (Fig. 6). De esta base se levantan cuatro

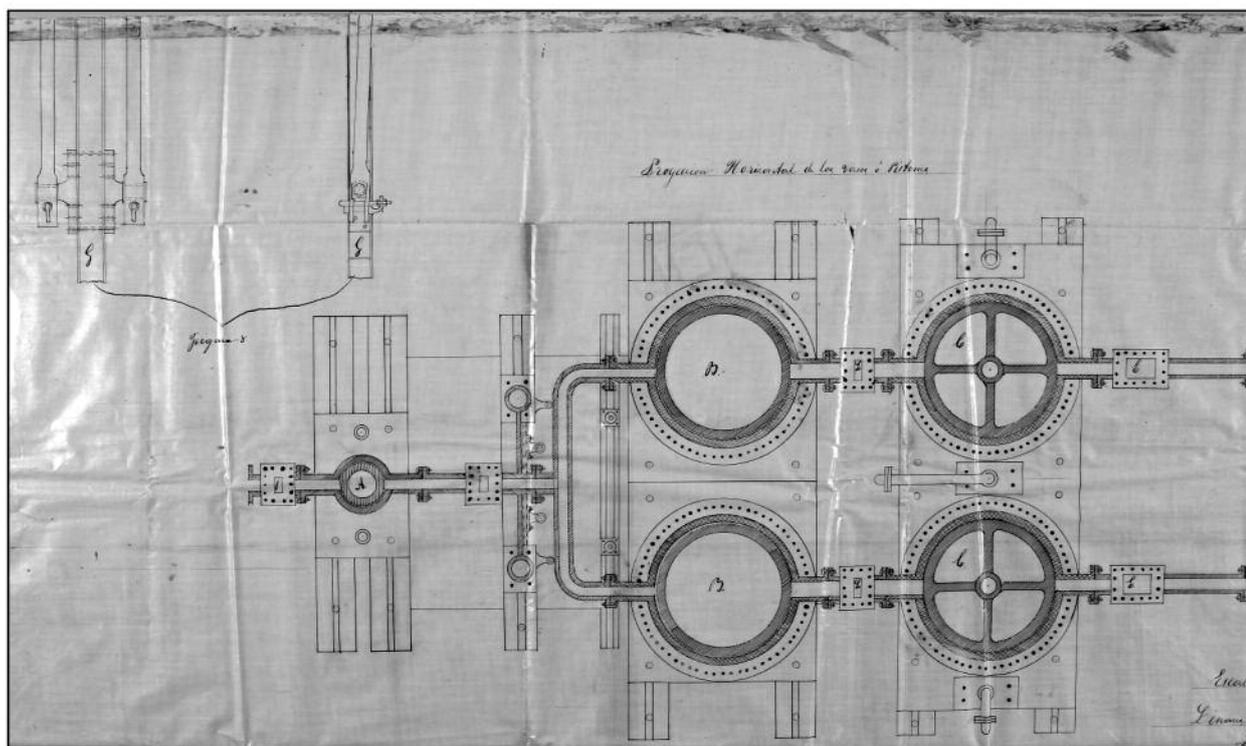


Figura 5. Ministerio de Industria, Energía y Turismo. Oficina Española de Patentes y Marcas. Archivo Histórico. Expediente nº 21179.

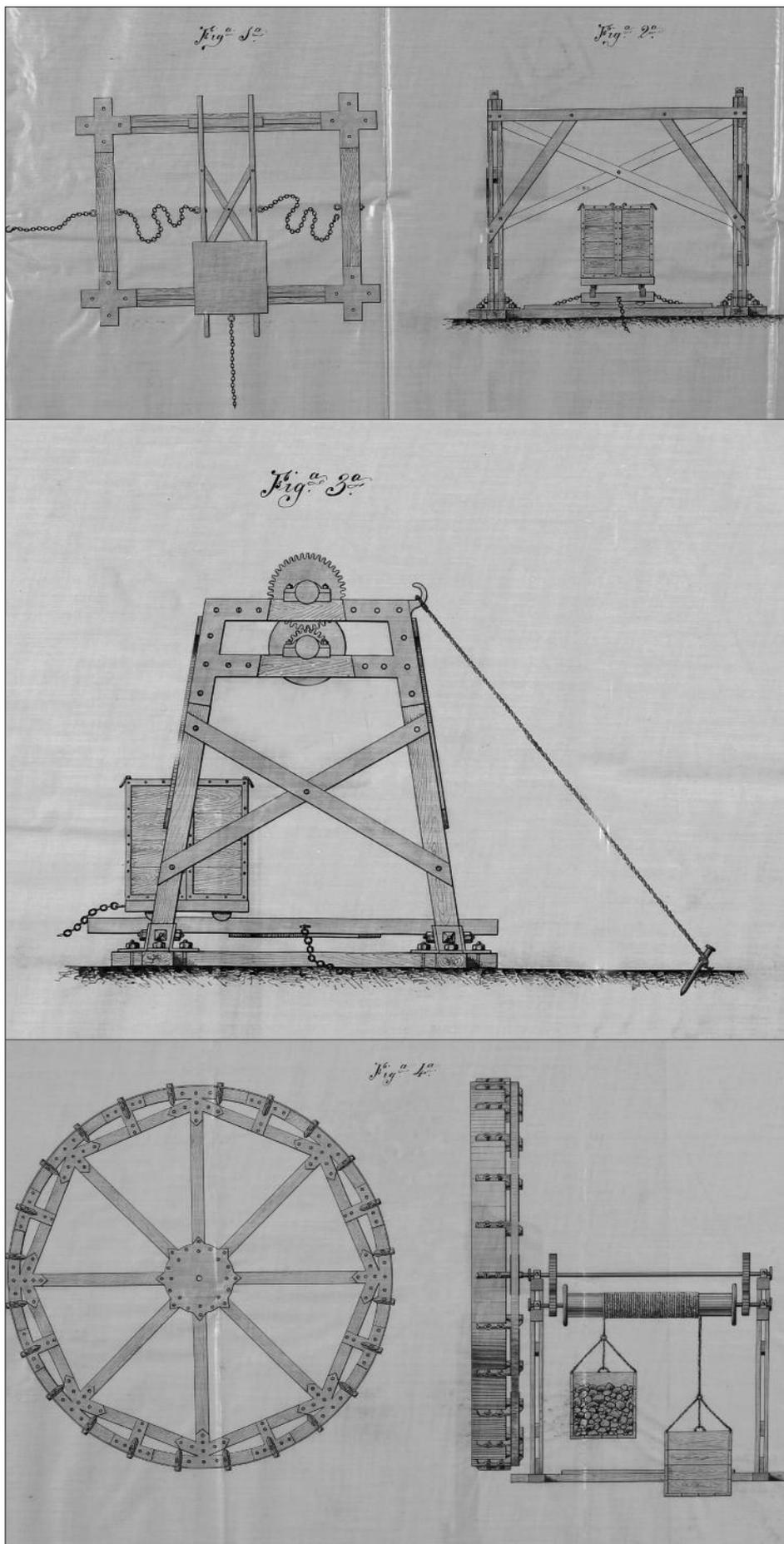


Figura 6. Ministerio de Industria, Energía y Turismo. Oficina Española de Patentes y Marcas. Archivo Histórico. Expediente nº 23344.

columnas formadas por dos largueros de madera dejando un hueco para las entradas de hierro y tornillos que constituyen la fijación del aparato.

En el extremo superior de las columnas existe un puente doble que cierra la estructura por la parte superior.

El volante motor se compone en su centro de una pieza de hierro con ocho estrías a las que se unen los ocho radios que forman el atado del volante. La circunferencia exterior está compuesta por 16 piezas curvas de madera y 8 piezas rectas sujetas en una sólida construcción por medio de plantillas de hierro con tornillos.

El puente superior descansa en uno de sus extremos sobre un cojinete donde va colocado el volante motor por la parte exterior. Éste hace girar al eje y éste a su vez, transmite el movimiento al eje inferior por medio de un sistema de engranajes, siendo en este puente inferior donde se encuentra el tambor en el que se enrolla el cable que mueve los cajones de subida y bajada.

Asimismo sobre la plataforma del aparato se sitúan dos raíles sobre los que se coloca una vagoneta con dos raíles transversales a los anteriores sobre los que se mueve una plataforma con cuatro ruedas que se hacen mover por medio de cadenas y que sirve para el vaciado del cajón colocándola debajo.

Expediente 160204

El principio de funcionamiento consiste en que el movimiento del agua es producido por la diferencia entre el nivel hidrostático y aquel nivel al que se corta el agua. Si se produce una presión artificial en el pozo que venza la presión hidrostática, se pondrá en movimiento el agua, recorriendo el camino que queda libre que será el de las grietas o rocas porosas por tener el resto cerrado (Fig. 7).

Partiendo de que las aguas están almacenadas a un cierto nivel, se procede a construir un tapón completamente estanco. En la periferia del pozo se empotran dos pisos de hormigón armado entre los que se encuentra alojada una capa de piedra suelta que coincide con una serie de barrenos, repartida en toda la periferia. A esta capa de piedra suelta llegan unos tubos por los que se inyecta cemento que penetra por los barrenos periféricos evitando las fugas que

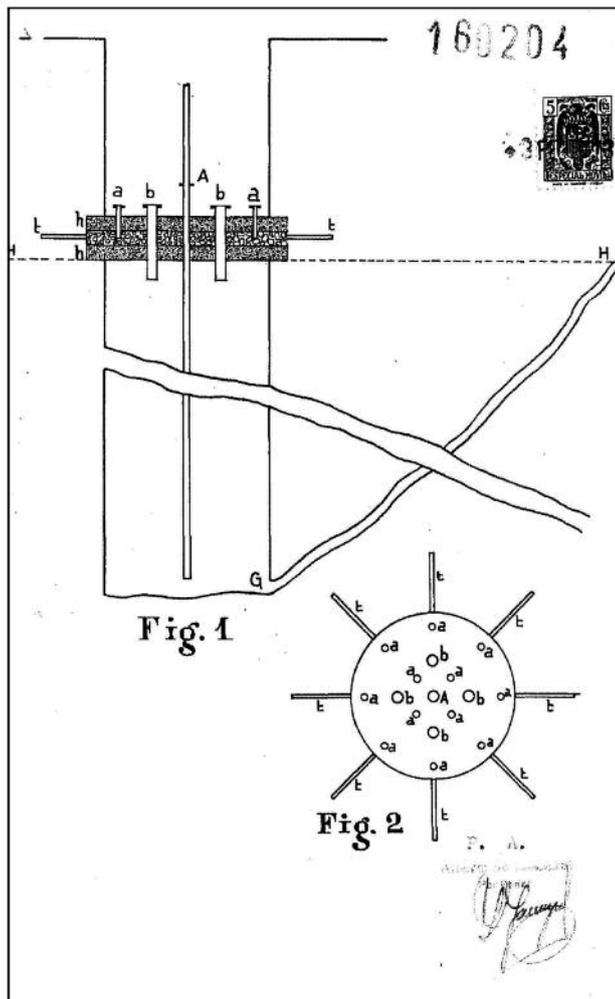


Figura 7. Ministerio de Industria, Energía y Turismo. Oficina Española de Patentes y Marcas. Archivo Histórico. Expediente nº 160204.

podrían producirse en los pisos laterales de hormigón. El tapón es atravesado por tres clases de tubos:

Los tubos 'b' son cortos pero atraviesan el tapón en su totalidad y se encargan de comprobar el aforo de agua, utilizando bombas para aspirar cuando el nivel hidrostático está más alto que el tapón. Cuando el nivel de agua está por debajo del tapón, estos la aspiran, aunque también se utilizan para cuando el tubo A se obstruye.

Los tubos 'a' sirven sólo para las inyecciones de cemento que hacen estanco el tapón.

El tubo A es un tubo largo y fino que se encuentra empotrado en medio del tapón, de tal manera, que su extremo inferior queda cerca del fondo o del lugar de donde proceden las vías de agua que quieren taponarse, siendo por ella por donde se introduce cemento para realizar el taponamiento.

Las principales aportaciones tecnológicas son que prescinde de las operaciones previas de sondeo y que se trata de un procedimiento económico de desecación de las minas.

Expediente 199580

La invención consta de una armadura de hierro o de hierro y madera, de la cual parten dos guías formadas

por varillas de distintas secciones que se fijan al suelo mediante tensores metálicos, proporcionando la necesaria rigidez a las guías (Fig. 8).

Las guías van introducidas en los brazos protectores, que son barras de hierro en U de distintos perfiles, provistos de poleas por cuya garganta se deslizan las guías y muelles que permiten el ascenso y descenso de la carga, y que gracias a ellos se pueden desalojar los aparatos por los que se elevan las cargas de los hilos o guías en cualquier momento.

Existe una segunda estructura metálica con sus correspondientes tirantes que, unida a la pluma, gira a la vez que ésta y sirve para guiar nuevamente el recipiente que se utilice y deslizar los brazos en las guías verticales eliminando la necesidad de que lo haga una persona.

Ambas estructuras llevan perforaciones rasgadas, para permitir ensanchar o estrechar el espacio entre hilos, según lo requiera el aparato empleado para elevar las cargas deseadas. Por tanto, la principal aportación es que se evitan los desplazamientos laterales y oscilaciones que sufre el recipiente de elevación.

CONCLUSIONES

Las patentes de invención presentadas en este artículo muestran la evolución tecnológica experimentada por las invenciones de finales del siglo XIX y hasta mediados del XX relativas a las mejoras relacionadas con la fase de extracción del mineral, en concreto con la extracción de sólidos y la desecación de las minas.

Tras exponer detalladamente los expedientes, se puede resumir que las invenciones desarrolladas han venido marcadas por desarrollos de innovaciones tecnológicas dedicadas a cinco actividades diferenciadas: la perforación del terreno de la mina, los sistemas de apuntalamiento de las galerías, los sistemas de transporte del mineral, los sistemas de extracción de sólidos o al problema del desagüe de las minas.

Así pues, las aportaciones tecnológicas de dichas invenciones relacionadas con las dos últimas actividades, han consistido fundamentalmente en el desarrollo de ingenios para la desecación de las minas, como bombas impulsoras, elevadores hidráulicos o motores de presión hidráulica, pero también en el desarrollo de otros sistemas como el utilizado para la extracción continua de agua y mineral basado en un balancín para el equilibrio de fuerzas o invenciones que perfeccionan algunos elementos como la introducción de una cabria giratoria o de un volante motor.

En definitiva, ya en los siglos XIX y XX fue notable el número de invenciones desarrolladas en el sector de la minería, habiéndose constatado la predominancia del desarrollo de sistemas para la desecación de las minas, frente a los de extracción de sólidos. Asimismo, y aunque no han sido objeto de esta investigación, han sido también muy numerosas las invenciones sobre ingenios para la perforación de las minas y sobre los sistemas de apuntalamiento de las mismas.

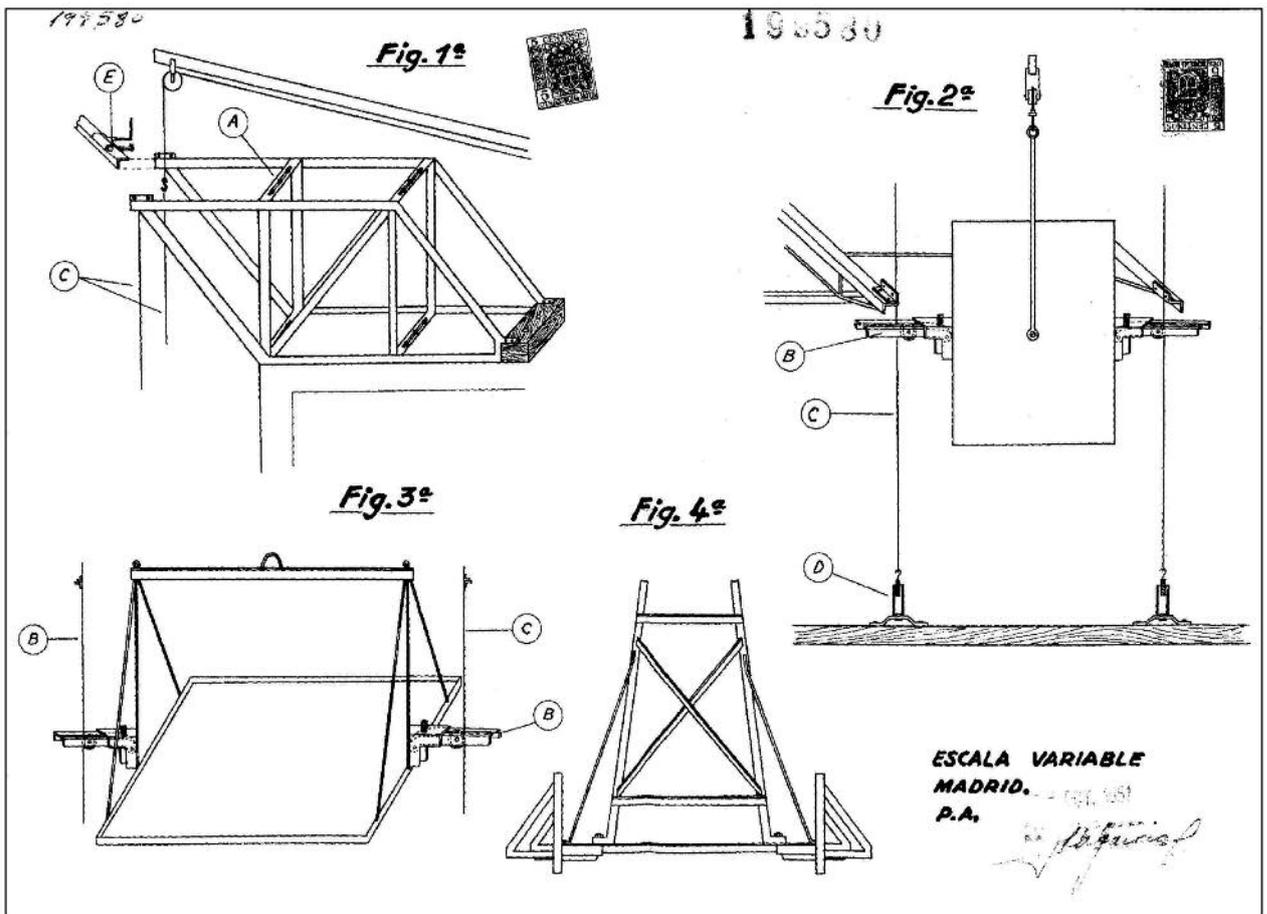


Figura 8. Ministerio de Industria, Energía y Turismo. Oficina Española de Patentes y Marcas. Archivo Histórico. Expediente nº 199580.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Ministerio de Economía y Competitividad del Gobierno de España, como organismo financiador del Proyecto de Investigación Fundamental no Orientada del Plan Nacional de I+D+i (2008-2011) titulado “*El patrimonio histórico industrial minero: un estudio integral para su puesta en valor y difusión desde la ingeniería gráfica*” (HAR2012-30723). Asimismo, al personal del Archivo Histórico de la Oficina Española de Patentes y Marcas por su amabilidad y rapidez en la gestión y envío de la información, y también a Isis Palomares Muñoz por el trabajo realizado en el marco de su beca de colaboración con el Departamento.

BIBLIOGRAFÍA

- Cañizares Ruiz, M.C. 2011. Protección y defensa del patrimonio minero en España. *Scripta Nova*. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales, XV, 361. <http://www.ub.edu/geocrit/sn/sn-361.htm>
- Puche Riart, O., Hervás Exojo, A. y Mazadiego Martínez, L.F. 2011. El patrimonio histórico minero-metalúrgico en Espa-

ña: su impacto en el turismo cultural. *De Re Metallica*, 17, 27-46.

- Rojas-Sola, J.I., Lupiáñez-Cruz, P. y Carranza-Cañadas, M.P. 2014. Caracterización tecnológica de las invenciones del Archivo Histórico de la Oficina Española de Patentes y Marcas relacionadas con la fase extractiva del mineral: privilegios de invención (1826-1878). *De Re Metallica*, 22, 93-104.
- Rojas-Sola, J.I., Montalvo-Gil, J.M. y Castro-García, M. 2013a. Modelado tridimensional y análisis funcional de una cabria para la extracción del mineral. *Dyna-Colombia*, 80 (181), 118-125.
- Rojas-Sola, J.I., Montalvo-Gil, J.M. y Castro-García, M. 2013b. Geometric documentation of mining industrial historical heritage: application to a Cornish pumping engine house from the ancient mining district in Linares-La Carolina (Jaen). *XXIII Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica*, Madrid. Actas en CD.
- Sáiz González, J.P. 1999. *Inventión, patentes e innovación en la España Contemporánea*. Oficina Española de Patentes y Marcas, Madrid, 426 pp.
- Vernon, R. 2009. The Linares lead mining district: the English connection. *De Re Metallica*, 13, 1-10.